

S/N: TBA

9/22/2003

Docket No.: KAW-305-USAP

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Serial No.: TO BE ASSIGNED

Confirmation No.: TO BE ASSIGNED

Applicant: Shuji AKIYA

Art Unit: TO BE ASSIGNED

Filed: September 22, 2003

Examiner: TO BE ASSIGNED

Docket No: KAW-305-USAP

Customer No: 28892

For: Cross Dichroic Prism and Reflection Type Liquid Crystal  
Projector Using the Same

**PRIORITY DOCUMENT TRANSMITTAL**

Assistant Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 CFR 1.55 and the requirements of 35 U.S.C. 119, attached hereto is a certified copy of the priority document, Japanese Patent Application No. 2002-330431, filed on November 14, 2002.

It is respectfully requested that applicant be granted the benefit of the filing date of the foreign application and that receipt of this priority document be acknowledged in due course.

Respectfully submitted,



Ronald R. Snider  
Reg. No. 24,962

Date: September 22, 2003

Snider & Associates  
Ronald R. Snider  
P.O. Box 27613  
Washington, D.C. 20038-7613  
(202) 347-2600

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 1 4 日  
Date of Application:

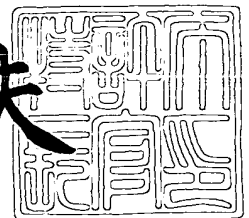
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 3 0 4 3 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 3 0 4 3 1 ]

出      願      人                      富士写真光機株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 2 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 8 6 0 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 FK1019

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/1335  
G03B 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 穂谷 修二

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097984

【弁理士】

【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041597

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 クロスダイクロイックプリズムおよびこれを用いた反射型液晶プロジェクタ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源からの光束を反射型液晶表示素子に対して斜めから入射せしめる反射型液晶プロジェクタ装置に搭載され、前記反射型液晶表示素子の前段において、緑色光を透過するとともに、青色光と赤色光を互いに異なる方向に反射する色光分離用のクロスダイクロイックプリズムにおいて、

前記青色光を反射せしめる青色成分反射ダイクロイック膜と前記赤色光を反射せしめる赤色成分反射ダイクロイック膜の双方が、プリズム基材上に低屈折率材料および高屈折率材料を交互に積層してなり、

下記条件式（１）または（２）を満足することを特徴とするクロスダイクロイックプリズム。

$N_g \leq N_l$  の場合、

$$1.105 \leq N_h / N_l \leq 1.450 \quad (1)$$

$N_g > N_l$  の場合、

$$1.118 \leq N_h / N_l \leq 1.150 \quad (2)$$

但し、 $N_g$  はプリズム基材の屈折率、 $N_h$  は高屈折率材料の屈折率、 $N_l$  は低屈折率材料の屈折率である。

【請求項 2】 前記条件式（１）を満足する場合において、前記高屈折率材料が、 $Nb_2O_5$ 、 $TiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $LaTiO_3$ 、 $HfO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $La_2xAl_2yO_3$  ( $x+y$ ) のうちから選択されるいずれかの材料であり、前記低屈折率材料が、 $LaTiO_3$ 、 $HfO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $La_2xAl_2yO_3$  ( $x+y$ )、 $Y_2O_3$ 、 $PrAlO_3$ 、 $Al_2O_3$  のうちから選択されるいずれかの材料であることを特徴とする請求項 1 記載のクロスダイクロイックプリズム。

【請求項 3】 前記条件式（２）を満足する場合において、前記高屈折率材料が  $Al_2O_3$  であり、前記低屈折率材料が  $SiO_2$  であることを特徴とする請求項 1 記載のクロスダイクロイックプリズム。

【請求項 4】 前記プリズム基材が BK7 からなるガラス材であることを特徴とする請求項 2 または 3 記載のクロスダイクロイックプリズム。

【請求項 5】 前記青色成分反射ダイクロイック膜が 23 層乃至 29 層で構成されており、前記赤色成分反射ダイクロイック膜が 19 層乃至 25 層で構成されていることを特徴とする請求項 1～4 のうちいずれか 1 項記載のクロスダイクロイックプリズム。

【請求項 6】 前記青色成分反射ダイクロイック膜および前記赤色成分反射ダイクロイック膜は、最下層および最上層の少なくとも一方が前記低屈折率材料からなる層であることを特徴とする請求項 1～5 のうちいずれか 1 項記載のクロスダイクロイックプリズム。

【請求項 7】 前記青色成分反射ダイクロイック膜および前記赤色成分反射ダイクロイック膜の少なくとも一方が奇数層により構成されていることを特徴とする請求項 6 記載のクロスダイクロイックプリズム。

【請求項 8】 請求項 1～7 のうちいずれか 1 項記載のクロスダイクロイックプリズムを有し、光源からの光束が、このクロスダイクロイックプリズムの軸に対して斜めとなるような角度で、このクロスダイクロイックプリズムの入射面に入射するように構成されていることを特徴とする反射型液晶プロジェクタ装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は光源からの光束を反射型液晶表示素子に対して斜めから入射せしめるカラー用反射型液晶プロジェクタ装置において、該光源からの光束を各色光成分に分離するクロスダイクロイックプリズムおよびこれを搭載した反射型液晶プロジェクタ装置に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来、カラー用反射型液晶プロジェクタ装置の色分解光学系において、光源光を赤、緑、青の 3 色成分に色分解するクロスダイクロイックプリズムが知られている。

##### 【0003】

この種のクロスダイクロイックプリズムは、例えば図15((A)は側面図、(B)は上面図)に示すようにして使用される。すなわち、S偏光に偏光変換された光源光がレンズ101を介してPBSプリズム102に入射すると、この偏光分離面において反射され、クロスダイクロイックプリズム103において赤、緑、青の3色光成分に色分解され、分解された各色光成分は対応する反射型液晶表示素子104~106に入射する。各反射型液晶表示素子(一般にLCOSと称される)104~106に入射した各色光は、対応する画像信号により変調され、P偏光に変換され、クロスダイクロイックプリズム103において色合成される。色合成された光は、PBSプリズム102の偏光分離面を直進するように透過し、投写レンズ107によって図示されないスクリーン上に投写される。

#### 【0004】

上述したクロスダイクロイックプリズム103は、多層膜からなる2つのダイクロイック膜により色分解を行うもので、赤色反射のダイクロイック膜111の面と青色反射のダイクロイック膜112の面が略直交するように配されたガラスプリズムである。このクロスダイクロイックプリズム103内において、各成分光は、例えば図16に示す如く、赤色反射のダイクロイック膜111の面と青色反射のダイクロイック膜112の面の両者を順次通過することになる。すなわち、緑色成分光は、赤色反射のダイクロイック膜111と青色反射のダイクロイック膜112の両者を透過することとなり、また、赤色成分光は、赤色反射のダイクロイック膜111により反射されるとともに青色反射のダイクロイック膜112を透過することとなり、また、青色成分光は、青色反射のダイクロイック膜112により反射されるとともに赤色反射のダイクロイック膜111を透過することとなる。ここで、各色光は、図16に示されるように、入射光束の上半分と下半分とで、2つのダイクロイック膜111、112への入射の順番が互いに逆になる。このような、光束が通過するダイクロイック膜111、112の順番は、図15に示すように、入射光束がクロスダイクロイックプリズム103の入射面に対して垂直入射する場合には、問題は生じない。

#### 【0005】

一方、最近、上述した如き、反射型液晶表示素子表面に光束を垂直入射せしめ

る構成ではなく、反射型液晶表示素子表面に光束を斜め入射せしめる構成のもの（以下斜入射タイプと称する；一般にOFF-AXISタイプとも称される）が知られている。このような斜入射タイプのものでは、入射側光学系の光軸と出射側光学系の光軸が互いに重なり合わず、したがって、上述した従来技術において入射光と出射光の分離のために用いられていたP B S プリズム 1 0 2 が不要となり、このP B S プリズムを用いることによる製造コストの上昇および光学系の重量化、さらには光学設計の難易化を防止することができる。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した斜入射タイプのものでは、入射光を各色光に分解するクロスダイクロイックプリズムの入射面に対しても光束が斜めから入射することとなり、その結果、赤色反射のダイクロイック膜および青色反射のダイクロイック膜に対しても光束の入射、反射、透過を図 1 6 に示すような、クロスダイクロイックプリズム 1 0 3 の軸に対して垂直な一平面内で論じることができなくなってしまう。これまでは、このような観点からの光学的検討はなされておらず、従来のクロスダイクロイックプリズム 1 0 3 をそのまま搭載することにより対処していた。

#### 【 0 0 0 7 】

ところが、本発明者等の検証によれば、図 1 5 に示すような従来技術において用いられていたクロスダイクロイックプリズム 1 0 3 を、上述した斜入射タイプのものにそのまま使用した場合、各ダイクロイック膜 1 1 1、1 1 2 への光入射の順番によって各色光の光量が変わってしまい、図 1 6 (A)、(B)、(C) の各々において、入射光束の上半分と下半分とでは、得られる光量が異なってしまうという問題が生じる。この結果、スクリーン画面上に投映される画像の色味や光強度が左右（あるいは上下）で異なるという問題が発生する。

#### 【 0 0 0 8 】

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、斜め入射タイプの反射型液晶プロジェクタ装置の色分解光学系に用いられるクロスダイクロイックプリズムにおいて、赤、青の各ダイクロイック膜への光束入射の順番が異

なることによる光量の変化を防止し、スクリーン画面上に投映される色味や光強度の左右または上下のバランスを良好とし得るクロスダイクロイックプリズムおよびこれを用いた反射型液晶プロジェクタ装置を提供することを目的とするものである。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のクロスダイクロイックプリズムは、光源からの光束を反射型液晶表示素子に対して斜めから入射せしめる反射型液晶プロジェクタ装置に搭載され、前記反射型液晶表示素子の前段において、緑色光を透過するとともに、青色光と赤色光を互いに異なる方向に反射する色光分離用のクロスダイクロイックプリズムにおいて、

前記青色光を反射せしめる青色成分反射ダイクロイック膜と前記赤色光を反射せしめる赤色成分反射ダイクロイック膜の双方が、プリズム基材上に低屈折率材料および高屈折率材料を交互に積層してなり、

下記条件式（１）または（２）を満足することを特徴とするものである。

#### 【0010】

$N_g \leq N_l$  の場合、

$$1.105 \leq N_h / N_l \leq 1.450 \quad (1)$$

$N_g > N_l$  の場合、

$$1.118 \leq N_h / N_l \leq 1.150 \quad (2)$$

但し、 $N_g$  はプリズム基材の屈折率、 $N_h$  は高屈折率材料の屈折率、 $N_l$  は低屈折率材料の屈折率である。

#### 【0011】

ここで上記「斜め」とは、クロスダイクロイックプリズムの軸を含む断面内における、プリズム光入射面に対する光束の入射角が20度～40度であることを意味するものとする。

#### 【0012】

また、上記条件式（１）を満足する場合において、前記高屈折率材料が、 $Nb_2O_5$ 、 $TiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $LaTiO_3$ 、 $HfO_2$ 、 $ZrO_2$ 、 $La_2xAl_{2y}O_3$ （ $x+y$ ）のうちから選択さ



れる材料であり、前記低屈折率材料が、 $\text{LaTiO}_3$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{XAl}_2\text{Y}_3$  ( $\text{X}+\text{Y}$ )、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PrAlO}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうちから選択される材料とすることが好ましい。

【0013】

また、上記条件式(2)を満足する場合において、前記高屈折率材料を $\text{Al}_2\text{O}_3$ とし、前記低屈折率材料を $\text{SiO}_2$ とすることが好ましい。

【0014】

また、前記プリズム基材がBK7からなるガラス材であることが好ましい。

【0015】

また、前記青色成分反射ダイクロイック膜が23層乃至29層で構成されており、前記赤色成分反射ダイクロイック膜が19層乃至25層で構成されていることが好ましい。

【0016】

また、前記青色成分反射ダイクロイック膜および前記赤色成分反射ダイクロイック膜は、最下層および最上層の少なくとも一方が前記低屈折率材料からなる層であることが好ましい。

【0017】

さらに、前記青色成分反射ダイクロイック膜および前記赤色成分反射ダイクロイック膜の少なくとも一方が奇数層により構成されていることが好ましい。

【0018】

また、本発明の反射型液晶プロジェクタ装置は、上述したいずれかのクロスダイクロイックプリズムを備え、光源からの光束が、上述したいずれかのクロスダイクロイックプリズムの軸に対して斜めとなるような角度で、このクロスダイクロイックプリズムの入射面に入射するように構成されていることを特徴とするものである。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態に係るクロスダイクロイックプリズムおよびこれを用いた反射型液晶プロジェクタ装置について、図面を参照しながら説明する。

【0020】

図2は、本実施形態に係る反射型液晶プロジェクタ装置を示す概略構成図である。なお、本装置はカラープロジェクタ装置であり、赤、緑、青の各色光に対応する反射型液晶表示素子（LCOSと称される）を有しているが、図2では、説明の便宜のため緑色光用の反射型液晶表示素子のみを示し、以下の説明においても緑色チャンネルを中心として説明する。

#### 【0021】

図2において、無偏光白色光として光源11から出力された照明光は、1対のレンズアレイ板からなるフライアイ12により光軸Zに直交する断面内における光量均一化がなされ、偏光変換素子（楕型フィルタ）13によって全光束がS偏光に変換され、集光レンズ14を通過した後、特定色光偏光変換素子15により緑色光のみがP偏光に変換され、色分解光学系としてのクロスダイクロイックプリズム16に入射する。

#### 【0022】

クロスダイクロイックプリズム16に入射した光束は、緑色光（P偏光）を透過するとともに、赤色光および青色光を逆方向（側方）に反射することで3原色各色光に色分解される。色分解された緑色光はノイズ光カット用の偏光子17およびレンズ18を介して緑色用の反射型液晶表示素子19に斜めから入射する。

この後緑色光は、緑色光用の画像が映出された反射型液晶表示素子19により上記画像情報を担持せしめられたS偏光として出力され、レンズ18を通過した後、P-S偏光変換を行う位相板20によって、P偏光に変換されて色合成用のクロスダイクロイックプリズム21に入射せしめられる。

#### 【0023】

一方、上記クロスダイクロイックプリズム16において色分解された赤色光および青色光は夫々、上述した緑色チャンネルと略同様に構成された赤色チャンネル、および青色チャンネルにおいて赤色光用の画像および青色光用の画像を各々担持せしめられ、各々色合成用のクロスダイクロイックプリズム21の側方から入射せしめられる。

これにより、色合成用のクロスダイクロイックプリズム21において色合成された各色光は、投写レンズ22により図示されないスクリーン上に投写され、こ

のスクリーン上に画像が映出される。

#### 【0024】

ここで、上記光源 11 には、光の有効利用を図るためのリフレクタが設けられている。また、この光源 11 としては、例えばメタルハライドランプ、高圧水銀ランプ、タンゲステンハロゲンランプ等が使用される。

#### 【0025】

ところで前述したように、斜入射タイプの反射型液晶プロジェクタ装置では、入射光を各色光に分解するクロスダイクロイックプリズム 16 の入射面に対して光束が斜めから入射する。すなわち、図 1 (A) は側面図、(B) は上面図) に示すように、上方から見れば (B) 参照)、入射光がクロスダイクロイックプリズム 16 の入射面に対して垂直に入射するように、かつ側方から見れば ((A) 参照)、入射光がクロスダイクロイックプリズム 16 の入射面に対して斜めに入射するように構成されている。このクロスダイクロイックプリズム 16 の軸を含む断面内における、プリズム入射面に対する光束の入射角は 20 度～40 度程度とされている。

#### 【0026】

このような光学系においては、図 15 に示すような従来技術で用いられていたクロスダイクロイックプリズム 103 を、そのまま使用した場合、ダイクロイック膜への光入射の順番によって各色光の光量が変わってしまう。すなわち、図 16 (A)、(B)、(C) の各々に示すような、入射光束の上半分と下半分とでは、得られる光量が異なってしまう、スクリーン画面上に投影される色味や光強度が左右で異なるという問題を生じる。

そこで、本実施形態においては、クロスダイクロイックプリズム 16 内の、赤色成分反射ダイクロイック膜 31 および青色成分反射ダイクロイック膜 32 の層構成 (層構成材料、層数等) を適切に規定することにより上記問題を解決している。

#### 【0027】

図 3 は、本発明の実施形態に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜 31、32 の層構成を模式的に示すものである。

すなわち、ダイクロイック膜 31、32 は、プリズム基材（ガラス基板）40 上に積層された低屈折率材料層 44a と高屈折率材料層 44b との交互層からなる。各層を積層する際には、真空蒸着法、スパッタリング法あるいはイオンプレーティング法等が用いられる。

#### 【0028】

ダイクロイック膜 31、32 の最下層および最上層はいずれも低屈折率材料層 44a であり、青色成分反射ダイクロイック膜 32 は 23 層乃至 29 層の奇数層で構成されており、一方、赤色成分反射ダイクロイック膜 31 は 19 層乃至 25 層の奇数層で構成されている。

#### 【0029】

また、プリズム基材の屈折率を  $N_g$ 、高屈折率材料の屈折率を  $N_h$ 、低屈折率材料の屈折率を  $N_l$  としたとき、下記の条件式を満足している。

#### 【0030】

$N_g \leq N_l$  の場合には、

$$1.105 \leq N_h / N_l \leq 1.450 \quad (1)$$

を満足し、

$N_g > N_l$  の場合には、

$$1.118 \leq N_h / N_l \leq 1.150 \quad (2)$$

を満足する。

#### 【0031】

下記表 1 は、具体的な物質の組合せにおいて、上記条件式 (1)、(2) を満足する範囲を示すものである。

#### 【0032】

【表1】

		Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LaTiO <sub>3</sub>	HfO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	La <sub>2</sub> xAl <sub>1-y</sub> O <sub>3</sub> (x+y)	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PrAlO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgF <sub>2</sub>
		2.376	2.350	2.213	2.081	1.984	1.967	1.820	1.777	1.715	1.646	1.470	1.385
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.376	1	0.989	0.932	0.876	0.835	0.828	0.766	0.748	0.722	0.693	0.619	0.583
TiO <sub>2</sub>	2.350	1.011	1	0.942	0.886	0.844	0.837	0.774	0.756	0.730	0.701	0.626	0.589
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.213	1.074	1.062	1	0.940	0.896	0.889	0.822	0.803	0.775	0.744	0.664	0.626
LaTiO <sub>3</sub>	2.081	1.142	1.129	1.064	1	0.953	0.945	0.874	0.854	0.824	0.791	0.706	0.666
HfO <sub>2</sub>	1.984	1.198	1.184	1.116	1.049	1	0.991	0.917	0.896	0.864	0.830	0.741	0.698
ZrO <sub>2</sub>	1.967	1.208	1.195	1.125	1.058	1.009	1	0.925	0.903	0.872	0.837	0.747	0.704
La <sub>2</sub> xAl <sub>1-y</sub> O <sub>3</sub> (x+y)	1.820	1.306	1.291	1.216	1.144	1.090	1.081	1	0.976	0.942	0.905	0.808	0.761
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.777	1.337	1.323	1.246	1.171	1.117	1.107	1.024	1	0.965	0.927	0.827	0.780
PrAlO <sub>3</sub>	1.715	1.386	1.371	1.291	1.214	1.157	1.147	1.061	1.036	1	0.960	0.857	0.808
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.646	1.443	1.427	1.344	1.264	1.205	1.195	1.105	1.079	1.041	1	0.893	0.841
SiO <sub>2</sub>	1.470	1.616	1.599	1.506	1.416	1.350	1.338	1.238	1.209	1.166	1.118	1	0.942
MgF <sub>2</sub>	1.385	1.716	1.697	1.598	1.503	1.432	1.420	1.314	1.283	1.238	1.189	1.081	1

各物質の屈折率(使用波長 632.8nm)

【0033】

表1中において、一重線で囲まれる組合せの範囲が条件式(1)を満足する範

囲であり、さらに、二重線で囲まれる組合せの範囲が条件式(2)を満足する範囲である。この表1では、上段横方向に高屈折率材料として選択するための材料名およびその屈折率(使用波長632.8nm)が配列されており、一方、左列縦方向に低屈折率材料として選択するための材料名およびその屈折率(使用波長632.8nm)が配列されている。そして、例えば、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の縦列とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の横行の交差した領域内に記載されている1.443という値が上記 $n_h/n_l$ の値を示すものであり、この領域が一重線で囲まれる組合せの範囲に含まれているので、高屈折率材料としてNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を選択し、低屈折率材料としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を選択した場合には、条件式(1)を満足することを示している。

#### 【0034】

また、ダイクロイック膜31、32を積層するプリズム基材(ガラス基板)40としては、光学特性が良好で膜の積層性に優れ、コスト的にも安価であることからBK7(屈折率1.5146)を用いている。

具体的には、高屈折率材料としてNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>またはTiO<sub>2</sub>を選択した場合は、低屈折率材料として、LaTiO<sub>3</sub>、HfO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>xAl<sub>2</sub>yO<sub>3</sub> (x+y)、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PrAlO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のうちのいずれかを選択する。

#### 【0035】

また、高屈折率材料としてTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を選択した場合は、低屈折率材料として、HfO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、La<sub>2</sub>xAl<sub>2</sub>yO<sub>3</sub> (x+y)、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PrAlO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のうちのいずれかを選択する。

#### 【0036】

また、高屈折率材料としてLaTiO<sub>3</sub>を選択した場合は、低屈折率材料としてLa<sub>2</sub>xAl<sub>2</sub>yO<sub>3</sub> (x+y)、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PrAlO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のうちのいずれかを選択する。

#### 【0037】

また、高屈折率材料としてHfO<sub>2</sub>またはZrO<sub>2</sub>を選択した場合は、低屈折率材料としてY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PrAlO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のうちのいずれかを選択する。

#### 【0038】

また、高屈折率材料としてLa<sub>2</sub>xAl<sub>2</sub>yO<sub>3</sub> (x+y)を選択した場合は、低屈折率材料としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を選択する。

## 【0039】

さらに、高屈折率材料として、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を選択した場合は、低屈折率材料として  $\text{SiO}_2$  を選択する。なお、この組合せは、条件式(2)を満足し、かつ製造適性も満足するものである。

## 【0040】

なお、上記  $\text{LaTiO}_3$ 、 $\text{PrAlO}_3$  および  $\text{La}_2\text{XAl}_2\text{Y}_3$  ( $\text{X}+\text{Y}$ ) は、各々例えば、商品名サブスタンスH4パーチナル、サブスタンスM1パーチナル、サブスタンスM3パーチナル(いずれもメルク社の登録商標)として周知のものである。

## 【0041】

上述したように構成された、本実施形態のクロスダイクロイックプリズムによれば、赤反射用、青反射用の各ダイクロイック膜への光束入射の順番が異なることにより生じる出射光量の変化を防止することができ、これによりスクリーン画面上に投影される色味や光強度の左右バランスを良好とすることができる。

## 【0042】

また、上述した①ダイクロイック膜の最下層および最上層をいずれも低屈折率材料層とすること、②青色成分反射ダイクロイック膜を23層乃至29層の奇数層で構成すること、③赤色成分反射ダイクロイック膜を19層乃至25層の奇数層で構成することは、いずれも上述した作用効果をより促進し得るものである。

## 【0043】

なお、本発明のクロスダイクロイックプリズムおよびこれを用いた反射型液晶プロジェクタ装置としては、上述した実施形態のものに限られるものではなく、その他の種々の態様の変更が可能である。例えば、ダイクロイック膜を構成する各層形成材料としては上記実施形態のものに限られず、上記条件式(1)、(2)を満足し得る種々の材料の組合せが可能である。

例えば、高屈折率材料としては、OH-5(オプトロン社製; $\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$ )、サブスタンスH1パーチナル(メルク社製(登録商標); $\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$ )、サブスタンスH5パーチナル(メルク社製(登録商標); $\text{LaTi}_x\text{O}_y$ )等を用いることも可能である。一方、低屈折率材料としては、OM-4(オプトロン社製; $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{ZrO}_2$ )、OM-6(オプトロン社製; $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{ZrO}_2$ )等を用いることも可能である。

## 【0044】

また、ダイクロイック膜の最下層および／または最上層を高屈折率材料とすることも可能であり、層数を偶数とすることも可能である。

## 【0045】

さらに、クロスダイクロイックプリズムの基材としても、勿論BK7に限られるものではなく、光学特性が良好で膜の積層性に優れた種々の基材を使用可能である。

## 【0046】

以下、本発明を具体的な実施例を用いてさらに詳細に説明する。なお、図14は、以下の実施例および比較例に係るクロスダイクロイックプリズムの波長特性を測定する際の条件を説明するための概略図（（A）は側面図、（B）は上面図）である。

## 【0047】

## &lt;実施例1&gt;

実施例1に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $n_l$ :1.646）と、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ （屈折率 $n_h$ :2.213）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は23層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は19層とした。

各ダイクロイック膜の各層の構成材料および物理的膜厚を下記表2に示す。

## 【0048】



【表 2】

青反射ダイクロ			赤反射ダイクロ		
層番号	物質	物理的膜厚(nm)	層番号	物質	物理的膜厚(nm)
1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	103.85	1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	83.9
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18.32	2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	125.04
3	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52.76	3	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53.68
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	73.47	4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	126.29
5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41.34	5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	84.33
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	74.03	6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	117.51
7	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48.78	7	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	85.99
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	86.06	8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	117.42
9	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43	9	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	72.98
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	79.81	10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	119.51
11	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48.41	11	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	72.98
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	84.79	12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	117.42
13	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.33	13	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	85.99
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	84.42	14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	117.51
15	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43.83	15	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	84.33
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	86.19	16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	126.29
17	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41.81	17	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53.68
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	84.15	18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	125.04
19	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36.17	19	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	83.9
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	84.86			
21	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	54.52			
22	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25.13			
23	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	72.19			

但し、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の屈折率(使用波長 632.8nm) 1.646

Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の屈折率(使用波長 632.8nm) 2.213

ガラス基板(BK7)の屈折率(使用波長 632.8nm) 1.515

## 【0049】

また、実施例 1 に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図 15 ( (A) は側面図、(B) は上面図) に示すような入射条件(入射光の波長は 632.8nm) で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本実施例の屈折率比  $N_h/N_l$  の値は 1.344 であり、条件式 (1) を満足している。

## 【0050】

測定結果を図 4 に示す ( (A) は緑色成分、(B) は青色成分、(C) は赤色成分について示すものである。図 5 ~ 13 に同じ)。図 4 から明らかなように、

最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とが略一致した。

#### 【0051】

##### <実施例2>

実施例2に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{PrAlO}_3$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $N_l$ :1.715）と、 $\text{TiO}_2$ （屈折率 $N_h$ :2.350）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{PrAlO}_3$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は23層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は19層とした。

#### 【0052】

また、実施例2に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図15（(A)は側面図、(B)は上面図）に示すような入射条件（入射光の波長は632.8nm）で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本実施例の屈折率比 $N_h/N_l$ の値は1.371であり、条件式（1）を満足している。

#### 【0053】

測定結果を図5に示す。図5から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで略一致した。

#### 【0054】

##### <実施例3>

実施例3に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $N_l$ :1.646）と、 $\text{TiO}_2$ （屈折率 $N_h$ :2.350）からな

る高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は23層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は19層とした。

#### 【0055】

また、実施例3に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図15（(A)は側面図、(B)は上面図）に示すような入射条件（入射光の波長は632.8nm）で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本実施例の屈折率比 $N_h/N_l$ の値は1.427であり、条件式（1）を満足している。

#### 【0056】

測定結果を図6に示す。図6から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで略一致した。

#### 【0057】

##### <実施例4>

実施例4に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $N_l$ :1.646）と、 $\text{LaTiO}_3$ （屈折率 $N_h$ :2.081）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は23層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は19層とした。

#### 【0058】

また、実施例4に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図15（(A)は側面図、(B)は上面図）に示すような入射条件（入射光の波長は632.8nm）で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本実施例の屈折率比 $N_h/N_l$ の値は1.264であり、条件式（1）を満足している。

## 【0059】

測定結果を図7に示す。図7から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで略一致した。

## 【0060】

## &lt;実施例5&gt;

実施例5に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $N_l$ ：1.470）と、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ （屈折率 $N_h$ ：1.646）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は27層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は25層とした。

各ダイクロイック膜の各層の構成材料および物理的膜厚を下記表3に示す。

## 【0061】

【表 3】

青反射ダイクロ			赤反射ダイクロ		
層番号	物質	物理的膜厚(nm)	層番号	物質	物理的膜厚(nm)
1	SiO <sub>2</sub>	87.35	1	SiO <sub>2</sub>	181.244
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68.37	2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	157.416
3	SiO <sub>2</sub>	90.89	3	SiO <sub>2</sub>	167.686
4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	88.92	4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	144.529
5	SiO <sub>2</sub>	103.2	5	SiO <sub>2</sub>	160.096
6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	91.19	6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	141.38
7	SiO <sub>2</sub>	101.19	7	SiO <sub>2</sub>	157.856
8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	90.89	8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	139.329
9	SiO <sub>2</sub>	103.95	9	SiO <sub>2</sub>	156.579
10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	94.12	10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	138.991
11	SiO <sub>2</sub>	104.94	11	SiO <sub>2</sub>	155.763
12	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92.55	12	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	138.991
13	SiO <sub>2</sub>	102.94	13	SiO <sub>2</sub>	155.763
14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92.55	14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	137.862
15	SiO <sub>2</sub>	102.94	15	SiO <sub>2</sub>	155.763
16	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92.55	16	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	138.991
17	SiO <sub>2</sub>	104.94	17	SiO <sub>2</sub>	156.579
18	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	94.12	18	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	139.329
19	SiO <sub>2</sub>	103.95	19	SiO <sub>2</sub>	157.856
20	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	90.89	20	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	141.38
21	SiO <sub>2</sub>	101.19	21	SiO <sub>2</sub>	160.096
22	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	91.19	22	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	144.529
23	SiO <sub>2</sub>	103.2	23	SiO <sub>2</sub>	167.686
24	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	88.92	24	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	157.416
25	SiO <sub>2</sub>	90.89	25	SiO <sub>2</sub>	181.244
26	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68.37			
27	SiO <sub>2</sub>	87.35			

但し、SiO<sub>2</sub>の屈折率(使用波長 632.8nm) 1.470  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の屈折率(使用波長 632.8nm) 1.646  
 ガラス基板(BK7)の屈折率(使用波長 632.8nm) 1.515

## 【0062】

また、実施例 5 に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図 15 (A) は側面図、(B) は上面図) に示すような入射条件(入射光の波長は 632.8nm) で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本実施例の屈折率比  $N_h/N_l$  の値は 1.120 であり、条件式 (2) を満足している。

## 【0063】

測定結果を図8に示す。図8から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで略一致した。

## 【0064】

## &lt;比較例1&gt;

比較例1に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、SiO<sub>2</sub>からなる低屈折率材料層（屈折率N<sub>l</sub>:1.470）と、TiO<sub>2</sub>（屈折率N<sub>h</sub>:2.350）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれもSiO<sub>2</sub>からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は23層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は17層とした。

## 【0065】

また、比較例1に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図15（A）は側面図、（B）は上面図）に示すような入射条件（入射光の波長は632.8nm）で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本比較例では $N_g > N_l$ を満足しているが、屈折率比 $N_h/N_l$ の値は1.599であり、いずれの条件式（1）、（2）も満足していない。

## 【0066】

測定結果を図9に示す。図9から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで大きなずれが測定された。

## 【0067】

## &lt;比較例2&gt;

比較例 2 に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $N_l$ :1.470）と、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ （屈折率 $N_h$ :2.213）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は23層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は17層とした。

各ダイクロイック膜の各層の構成材料および物理的膜厚を下記表4に示す。

【0068】

【表 4】

青反射ダイクロ		
層番号	物質	物理的膜厚(nm)
1	SiO <sub>2</sub>	100
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	28.372
3	SiO <sub>2</sub>	64.661
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	75.857
5	SiO <sub>2</sub>	46.521
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	73.768
7	SiO <sub>2</sub>	50.276
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	87.893
9	SiO <sub>2</sub>	44.185
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	79.187
11	SiO <sub>2</sub>	49.573
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	85.16
13	SiO <sub>2</sub>	44.62
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	84.282
15	SiO <sub>2</sub>	44.819
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	85.572
17	SiO <sub>2</sub>	43.433
18	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	83.708
19	SiO <sub>2</sub>	37.392
20	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	85.471
21	SiO <sub>2</sub>	62.3
22	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	31.056
23	SiO <sub>2</sub>	82.966

赤反射ダイクロ		
層番号	物質	物理的膜厚(nm)
1	SiO <sub>2</sub>	241.5
2	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	131.117
3	SiO <sub>2</sub>	66.961
4	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	134.534
5	SiO <sub>2</sub>	97.904
6	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	127.069
7	SiO <sub>2</sub>	92.539
8	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	127.024
9	SiO <sub>2</sub>	80.771
10	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	127.474
11	SiO <sub>2</sub>	87.472
12	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	128.901
13	SiO <sub>2</sub>	91.953
14	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	133.699
15	SiO <sub>2</sub>	74.359
16	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	130.831
17	SiO <sub>2</sub>	39.016

但し、SiO<sub>2</sub>の屈折率(使用波長 632.8nm) 1.470

Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の屈折率(使用波長 632.8nm) 2.213

ガラス基板(BK7)の屈折率(使用波長 632.8nm) 1.515

## 【0069】

また、比較例 2 に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図 15 (A) は側面図、(B) は上面図) に示すような入射条件(入射光の波長は 632.8nm) で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本比較例では  $N_g > N_l$  を満足しているが、屈折率比  $N_h / N_l$  の値は 1.506 であり、いずれの条件式 (1)、(2) も満足していない。

## 【0070】

測定結果を図 10 に示す。図 10 から明らかなように、最初に青色成分反射ダ



イクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで大きなずれが測定された。

#### 【0071】

##### <比較例3>

比較例3に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $N_l$ :1.470）と、 $\text{LaTiO}_3$ （屈折率 $N_h$ :2.081）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は23層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は17層とした。

#### 【0072】

また、比較例3に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図15（(A)は側面図、(B)は上面図）に示すような入射条件（入射光の波長は632.8nm）で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本比較例では $N_g > N_l$ を満足しているが、屈折率比 $N_h/N_l$ の値は1.416であり、いずれの条件式（1）、（2）も満足していない。

#### 【0073】

測定結果を図11に示す。図11から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで大きなずれが測定された。

#### 【0074】

##### <比較例4>

比較例4に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{SiO}_2$ からな

る低屈折率材料層（屈折率 $N_1$ :1.470）と、 $\text{La}_2\text{XAl}_2\text{Y}_3$ （ $\text{X+Y}$ ）（屈折率 $N_h$ :1.820）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は25層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は23層とした。

#### 【0075】

また、比較例4に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図15（(A)は側面図、(B)は上面図）に示すような入射条件（入射光の波長は632.8nm）で色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本比較例では $N_g > N_1$ を満足しているが、屈折率比 $N_h/N_1$ の値は1.238であり、いずれの条件式（1）、（2）も満足していない。

#### 【0076】

測定結果を図12に示す。図12から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（B-R曲線（点線））と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合（R-B曲線（実線））とで大きなずれが測定された。

#### 【0077】

##### <比較例5>

比較例5に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜は、プリズム基材としてBK7を用い、このプリズム基材上に真空蒸着法により、 $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層（屈折率 $N_1$ :1.470）と、 $\text{PrAlO}_3$ （屈折率 $N_h$ :1.715）からなる高屈折率材料層との交互層を積層した。

ダイクロイック膜の最下層（第1層）および最上層はいずれも $\text{SiO}_2$ からなる低屈折率材料層であり、青色成分反射ダイクロイック膜は25層とし、赤色成分反射ダイクロイック膜は23層とした。

#### 【0078】

また、比較例5に係るクロスダイクロイックプリズムを用い、図15（(A)は側面図、(B)は上面図）に示すような入射条件（入射光の波長は632.8nm）で

色分解を行ったときの波長特性を、各色光毎に測定した。なお、本比較例では  $n_g > n_l$  を満足しているが、屈折率比  $n_h / n_l$  の値は 1.166 であり、いずれの条件式 (1)、(2) も満足していない。

## 【0079】

測定結果を図 13 に示す。図 13 から明らかなように、最初に青色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合 (B-R 曲線 (点線)) と、最初に赤色成分反射ダイクロイック膜に入射し、次に青色成分反射ダイクロイック膜に入射した場合 (R-B 曲線 (実線)) とで大きなずれが測定された。

## 【0080】

なお、下記表 5 に上記各実施例および各比較例の結果を整理して示す。

## 【0081】

【表 5】

高屈折率物質		低屈折率物質		屈折率比	結 果	多層膜層数	
物 質	屈 折 率	物 質	屈 折 率			青 反 射	赤 反 射
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.213	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.646	1.344	○	23	19
TiO <sub>2</sub>	2.350	PrAlO <sub>3</sub>	1.715	1.371	○	23	19
TiO <sub>2</sub>	2.350	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.646	1.427	○	23	19
LaTiO <sub>3</sub>	2.081	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.646	1.264	○	23	19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.646	SiO <sub>2</sub>	1.470	1.120	○	27	25
TiO <sub>2</sub>	2.350	SiO <sub>2</sub>	1.470	1.599	×	23	17
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.213	SiO <sub>2</sub>	1.470	1.506	×	23	17
LaTiO <sub>3</sub>	2.081	SiO <sub>2</sub>	1.470	1.416	×	23	17
La <sub>2x</sub> Al <sub>2y</sub> O <sub>3(x+y)</sub>	1.820	SiO <sub>2</sub>	1.470	1.238	×	25	23
PrAlO <sub>3</sub>	1.715	SiO <sub>2</sub>	1.470	1.166	×	25	23

## 【0082】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明のクロスダイクロイックプリズムおよびこれを用い

た反射型液晶プロジェクタ装置によれば、プリズム基材の屈折率に基づき、ダイクロイック膜を構成する高屈折率層材料および低屈折率層材料を所定の屈折率関係によって規定したことにより、光源からの光束を反射型液晶表示素子に対して斜めから入射せしめる反射型液晶プロジェクタ装置においても、赤反射用、青反射用の各ダイクロイック膜への光束入射の順番が異なることにより生じる出射光量の変化を防止することができ、これによりスクリーン画面上に投映される画像の色味や光強度の左右バランスを良好とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係るクロスダイクロイックプリズムと、これに入射する光束の関係を模式的に説明する概略図（（A）は側面図、（B）は上面図）

【図 2】

本発明の実施形態に係る反射型液晶プロジェクタ装置の構成を示す概略図

【図 3】

本発明の実施形態に係るクロスダイクロイックプリズムのダイクロイック膜の層構成を示す概略図

【図 4】

本発明の実施例 1 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 5】

本発明の実施例 2 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 6】

本発明の実施例 3 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 7】

本発明の実施例 4 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 8】

本発明の実施例 5 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 9】

比較例 1 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 10】

比較例 2 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 11】

比較例 3 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 12】

比較例 4 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 13】

比較例 5 に係るクロスダイクロイックプリズムを用いて色分解を行ったときの、各色光毎に測定した波長特性を示すグラフ（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分について示すものである。）

【図 14】

本発明の実施例および比較例に係るクロスダイクロイックプリズムの波長特性

を測定する際の条件を説明するための概略図（（A）は側面図、（B）は上面図）

【図 1 5】

従来技術を説明するための概略図（（A）は側面図、（B）は上面図）

【図 1 6】

従来技術の問題点を説明するための概略図（（A）は緑色成分、（B）は青色成分、（C）は赤色成分）

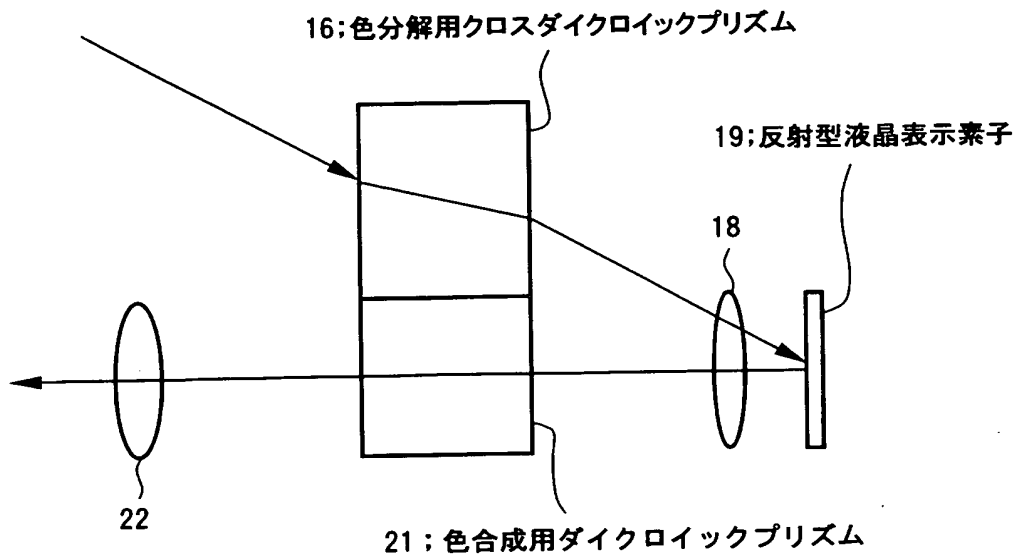
【符号の説明】

- 1 1          光源
- 1 2          フライアイ
- 1 3          偏光変換素子（楕型フィルタ）
- 1 4          集光レンズ
- 1 5          特定色光偏光変換素子
- 1 6、1 0 3          クロスダイクロイックプリズム（色分解用）
- 1 7          偏光子
- 1 8          レンズ
- 1 9、1 0 4、1 0 5、1 0 6          反射型液晶表示素子
- 2 0          位相板
- 2 1          クロスダイクロイックプリズム（色合成用）
- 2 2、1 0 7          投写レンズ
- 3 1、3 2、1 1 1、1 1 2          ダイクロイック膜
- 4 0          プリズム基材（ガラス基板）
- 4 4 a          低屈折率材料層
- 4 4 b          高屈折率材料層
- 1 0 2          P B S プリズム

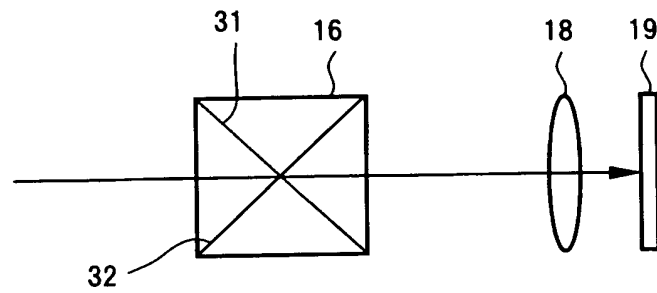
【書類名】 図面

【図 1】

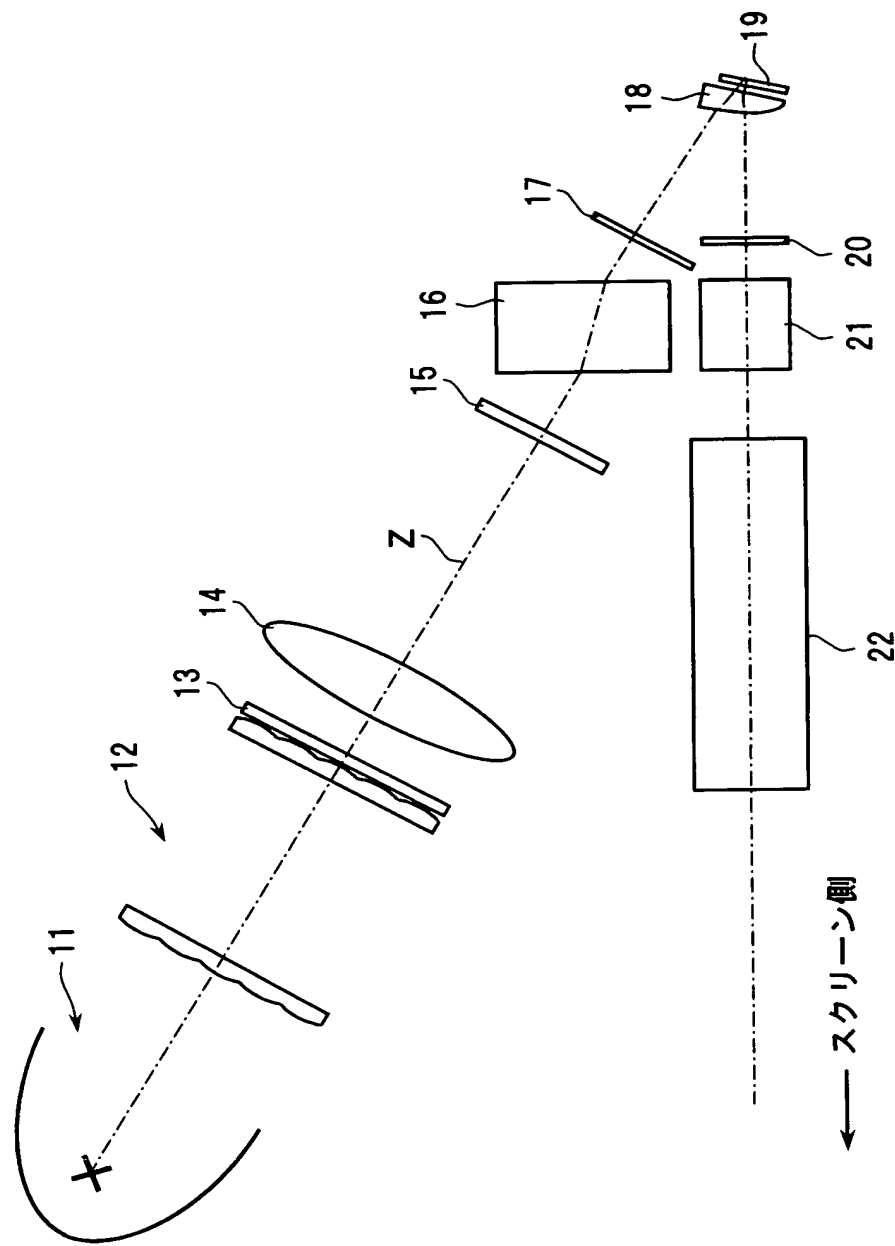
(A)



(B)

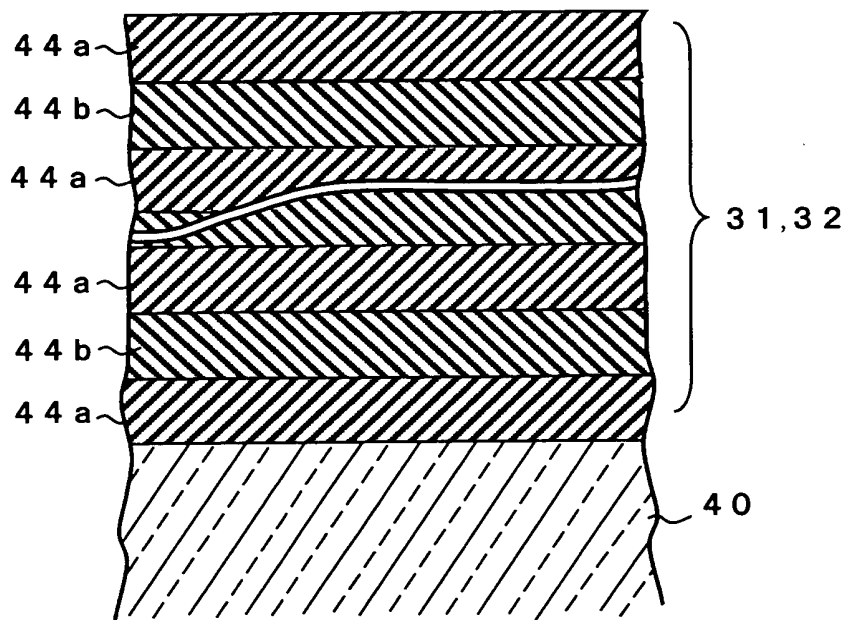


【図 2】



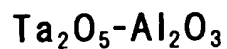


【図 3】

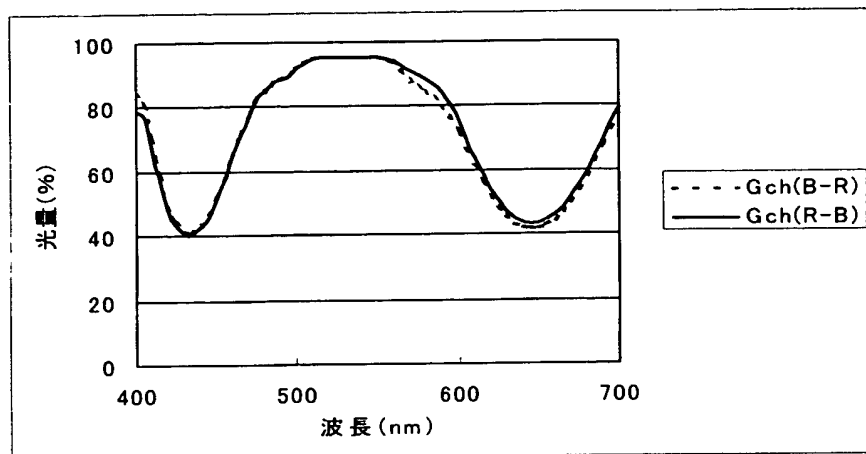


【図 4】

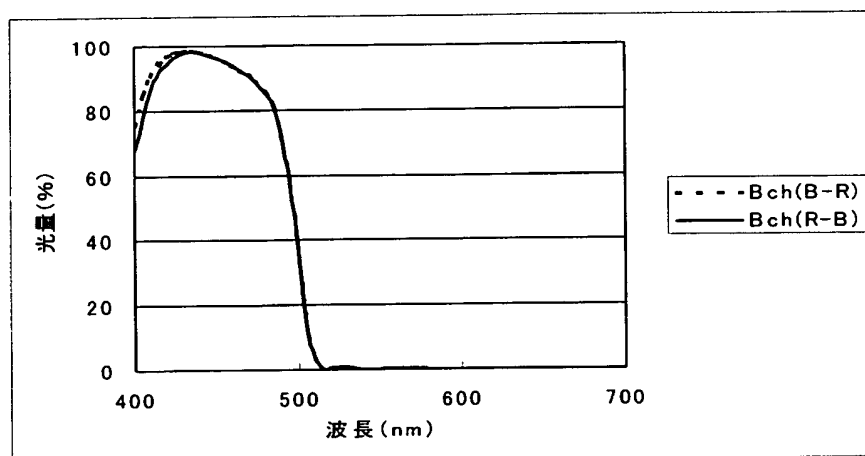
## 実施例 1



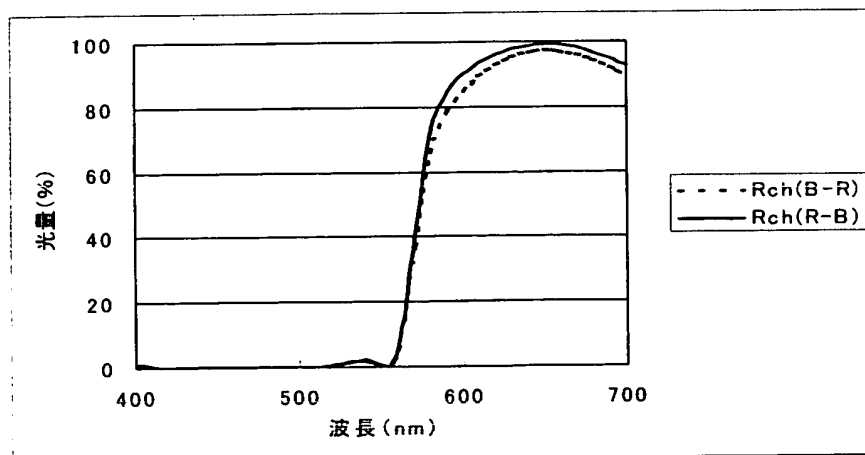
(A)



(B)



(C)

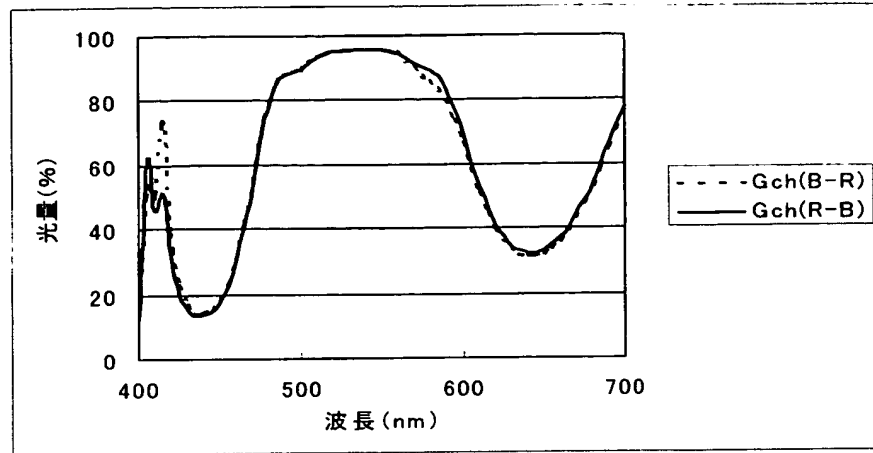


【図 5】

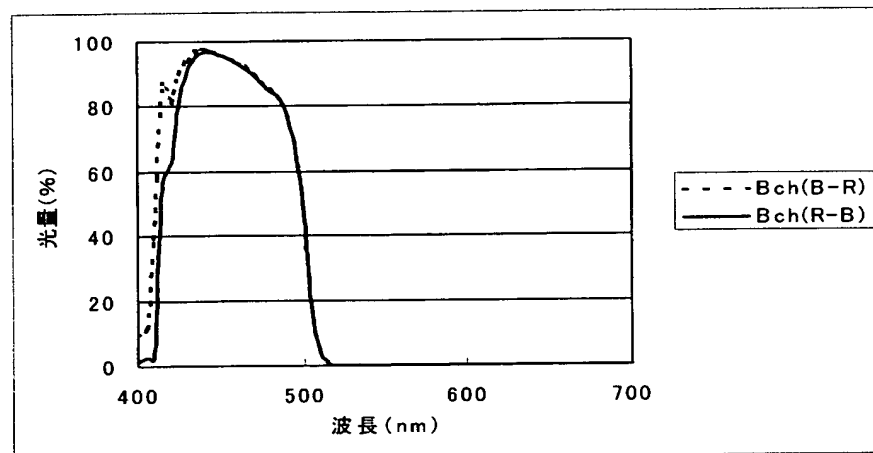
# 実施例 2

$\text{TiO}_2\text{-PrAlO}_3$

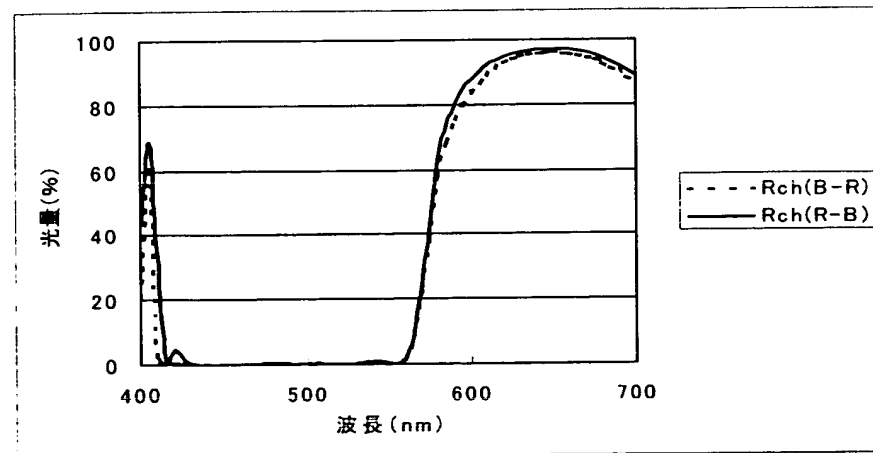
(A)



(B)



(C)

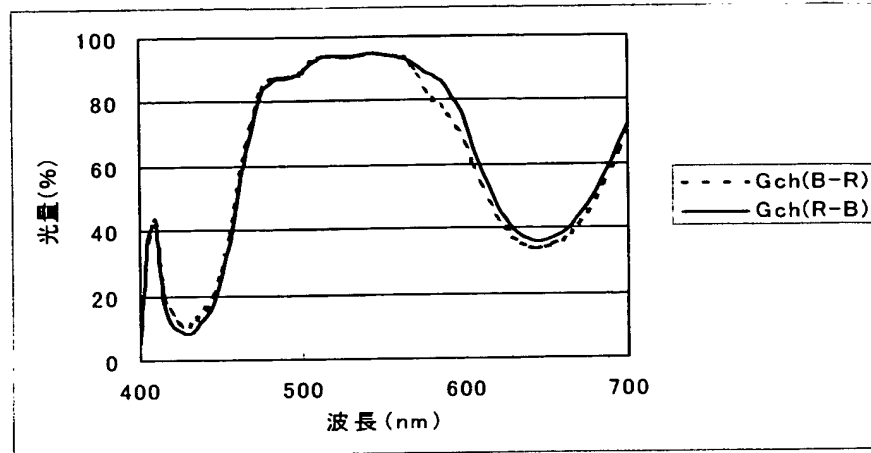


【図 6】

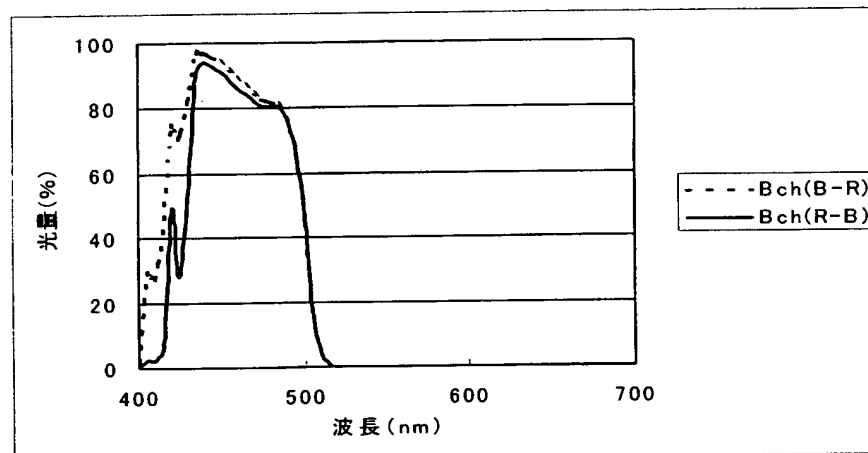
## 実施例 3

 $\text{TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 

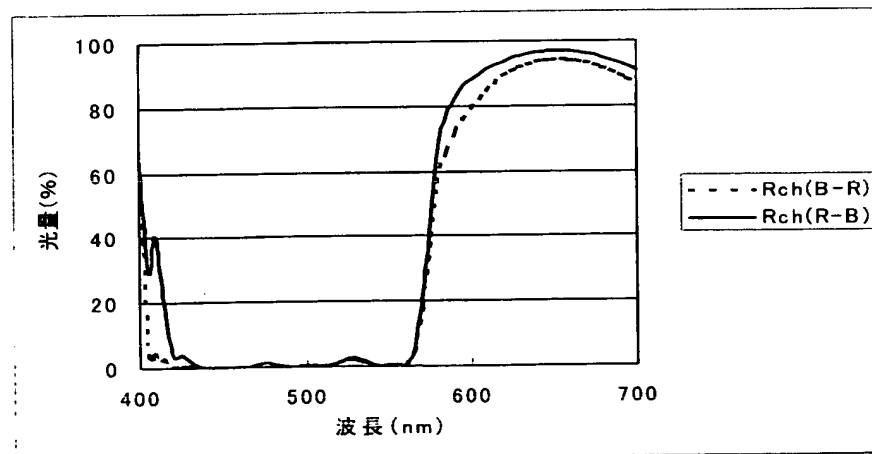
(A)



(B)



(C)

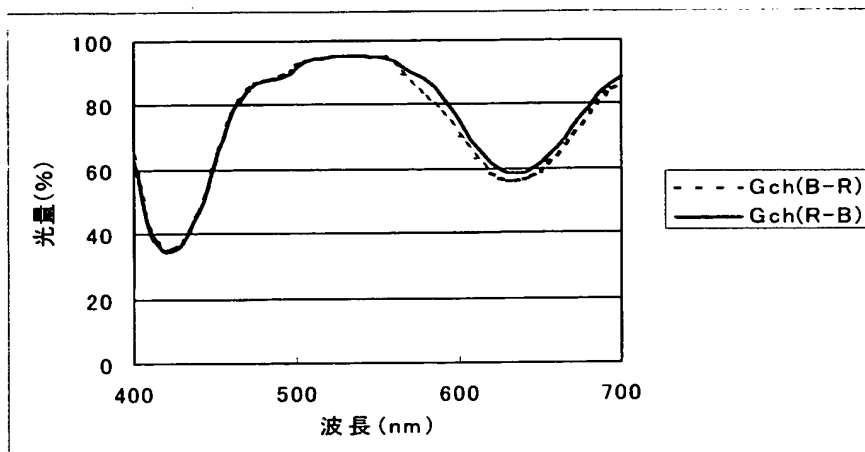


【図 7】

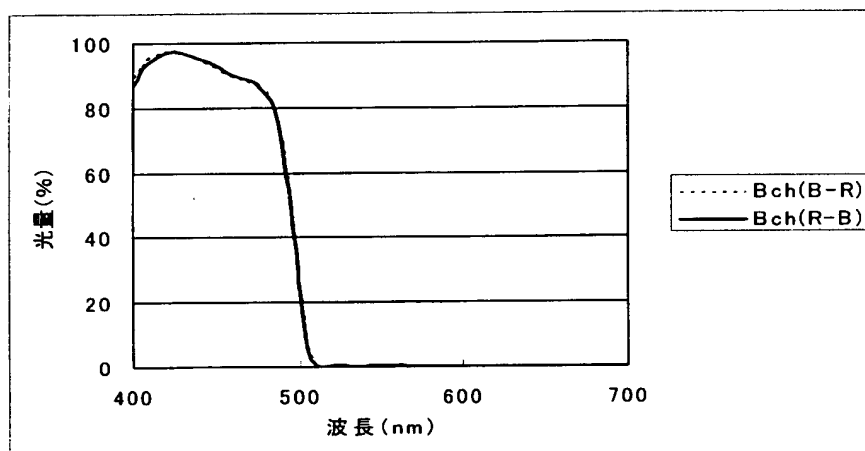
## 実施例 4

 $\text{LaTiO}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ 

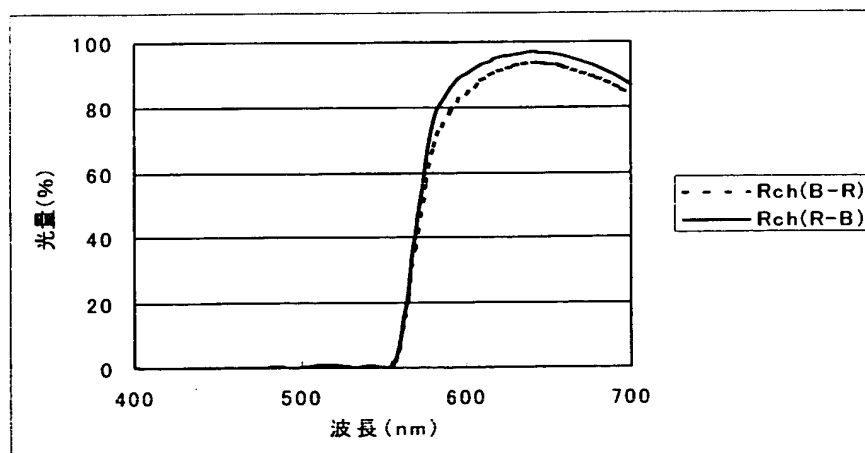
(A)



(B)



(C)

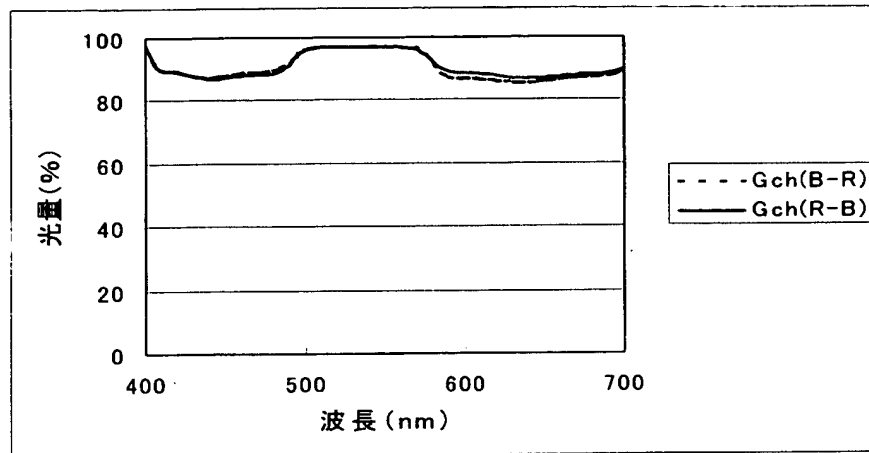


【図 8】

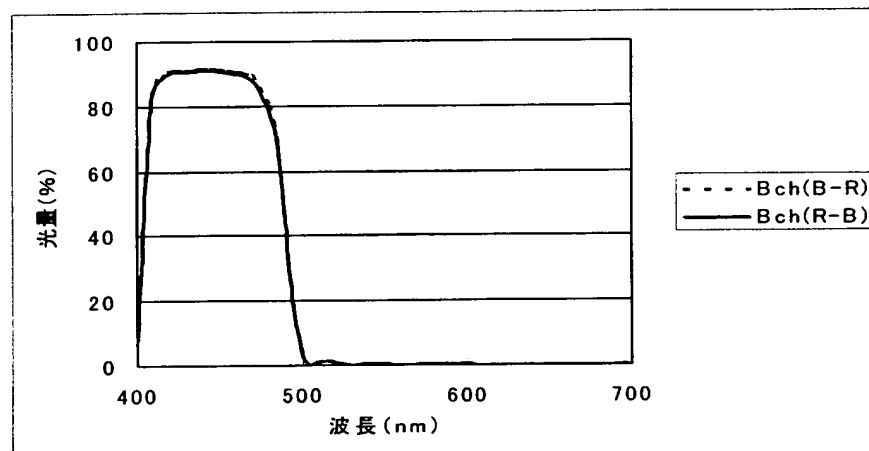
## 実施例 5

 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 

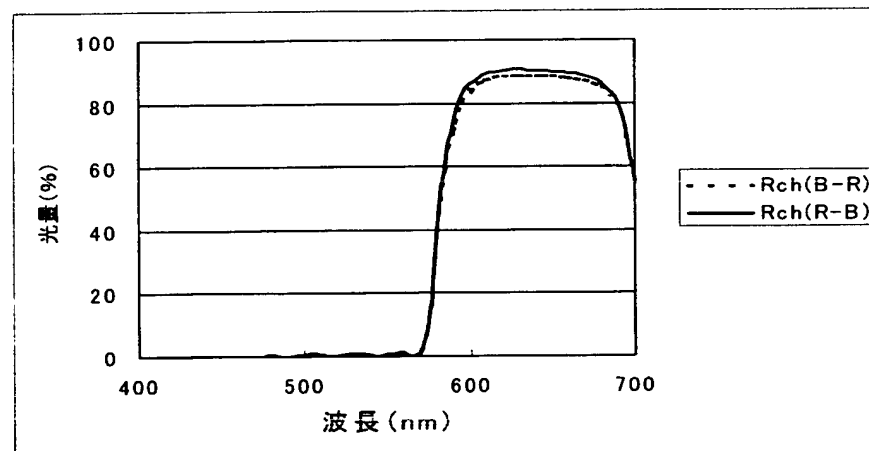
(A)



(B)



(C)

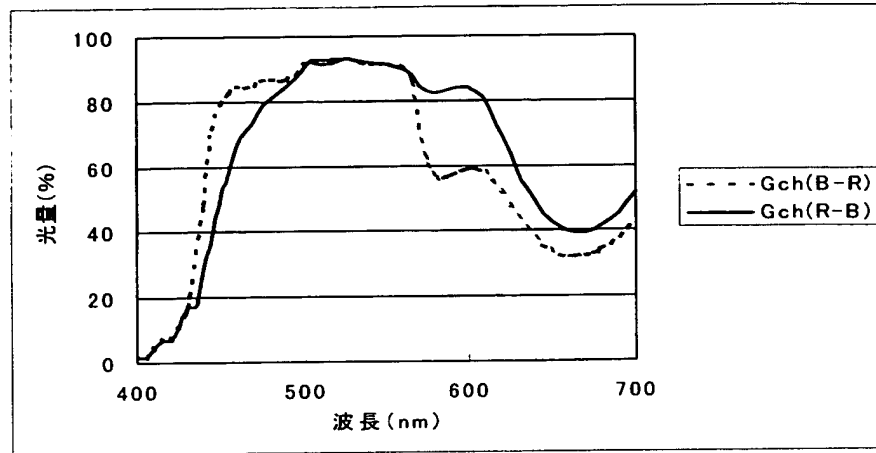


【図 9】

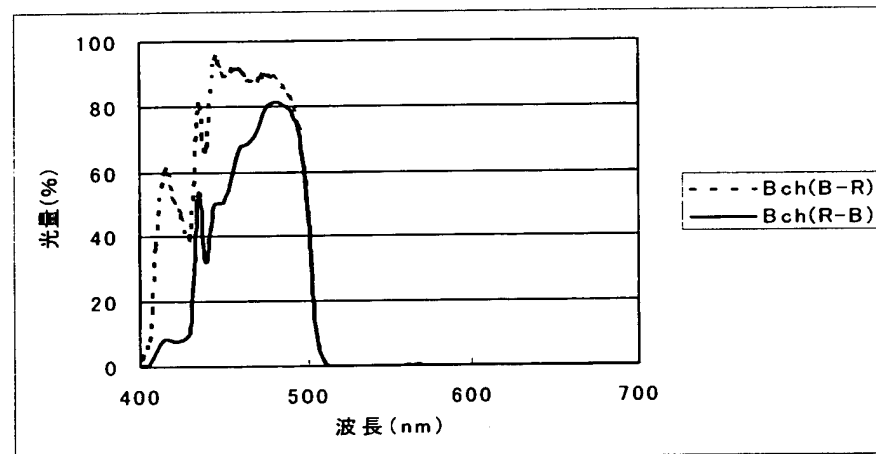
比較例 1

TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>

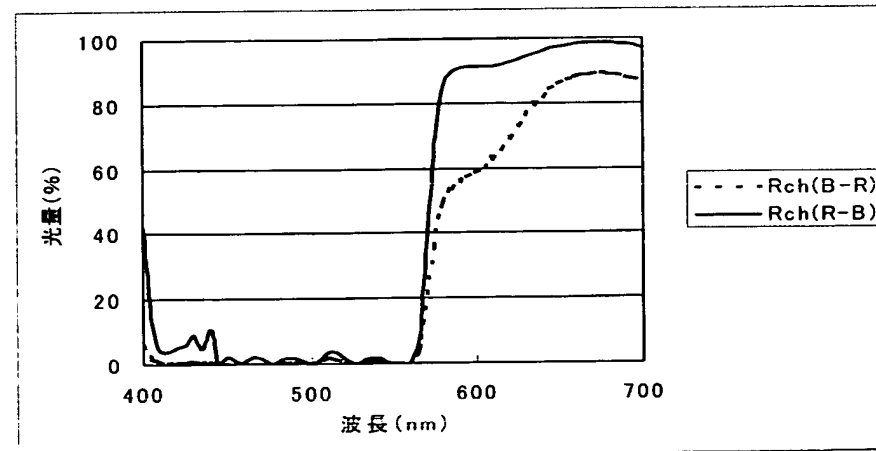
(A)



(B)



(C)

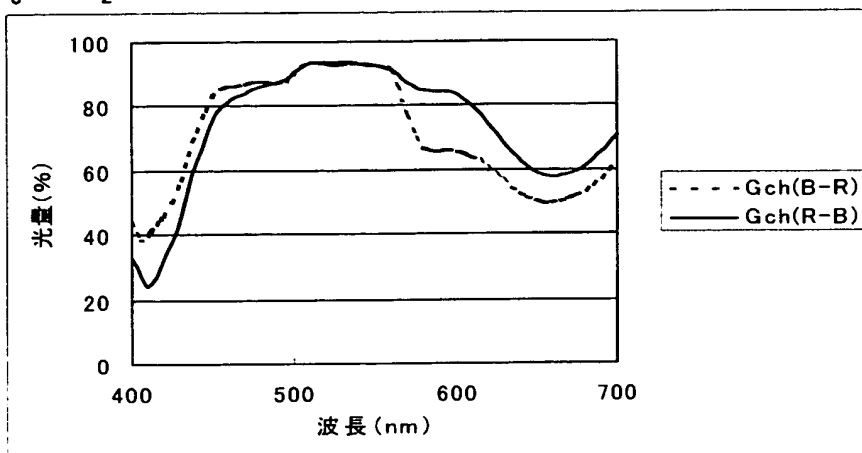


【図 10】

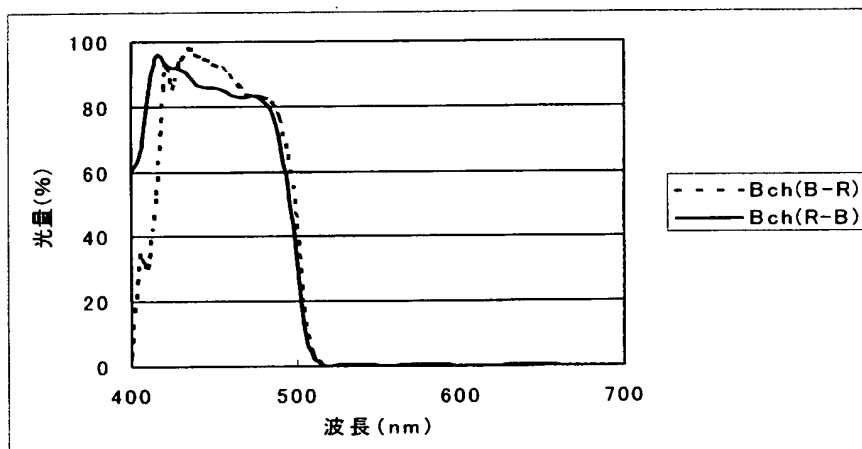
## 比較例 2

 $\text{Ta}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$ 

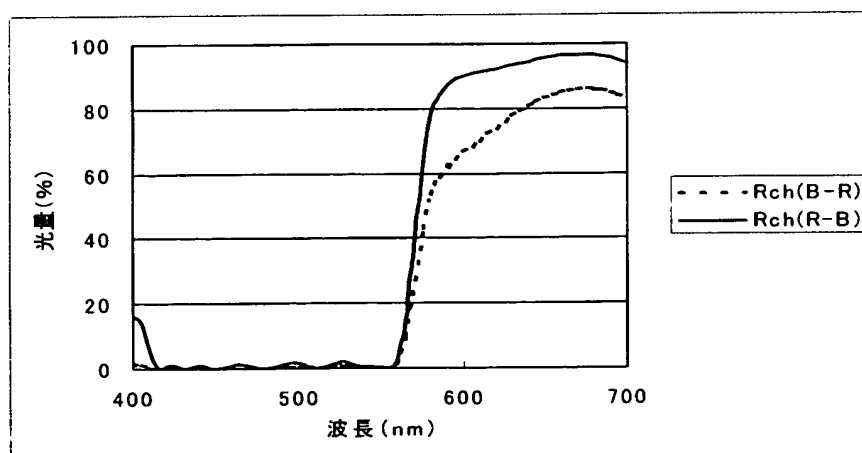
(A)



(B)



(C)



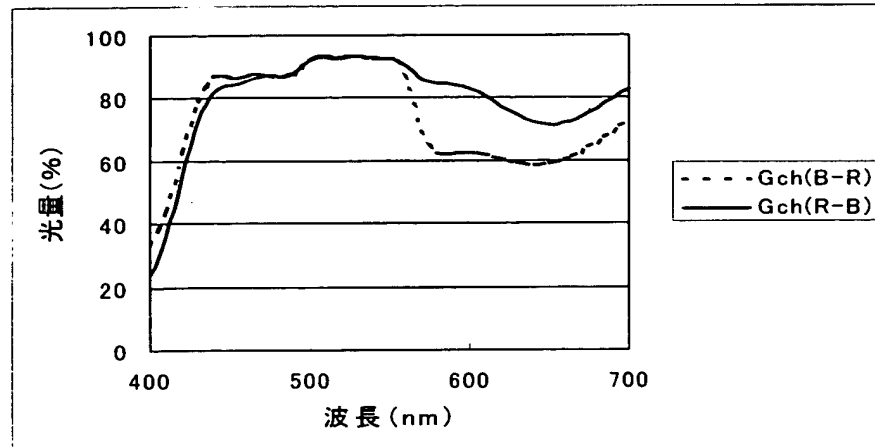


【図 11】

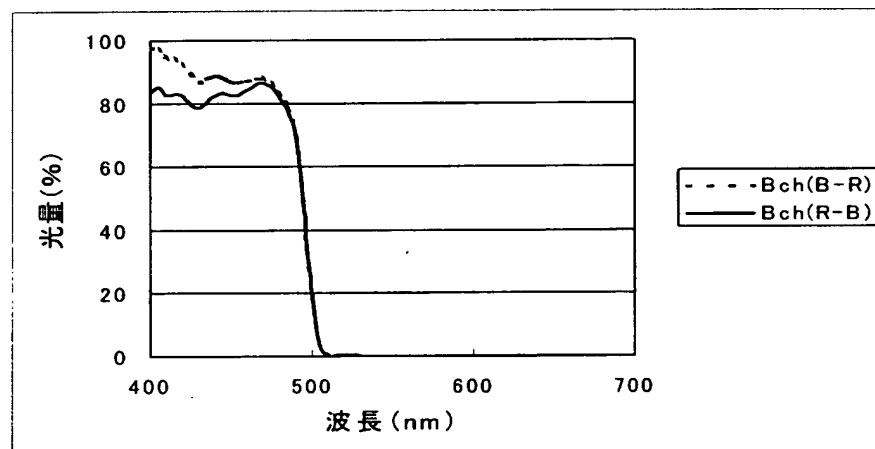
## 比較例 3

 $\text{LaTiO}_3\text{-SiO}_2$ 

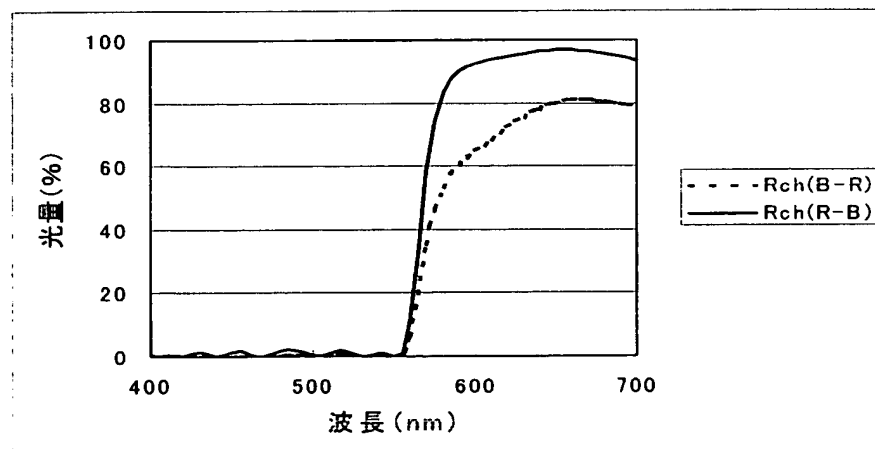
(A)



(B)

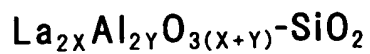


(C)

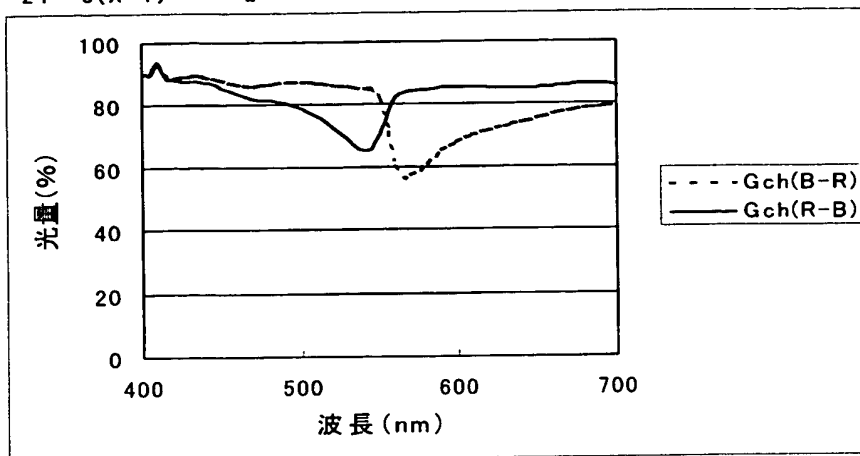


【図 12】

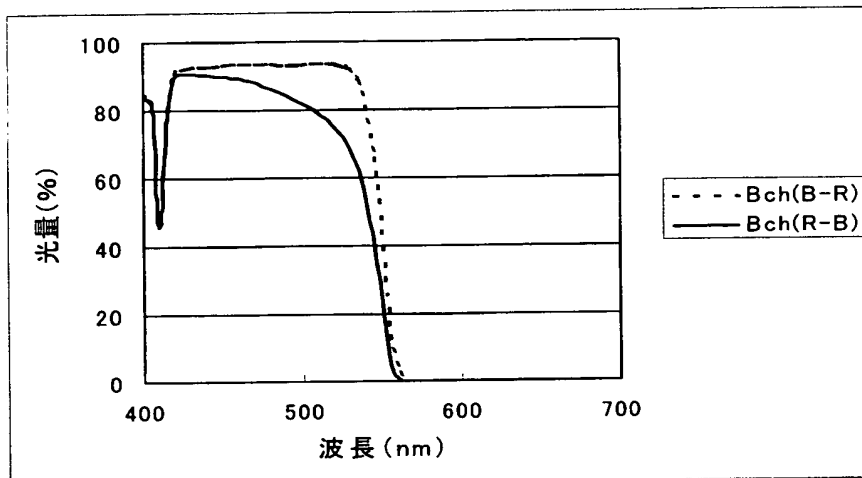
## 比較例 4



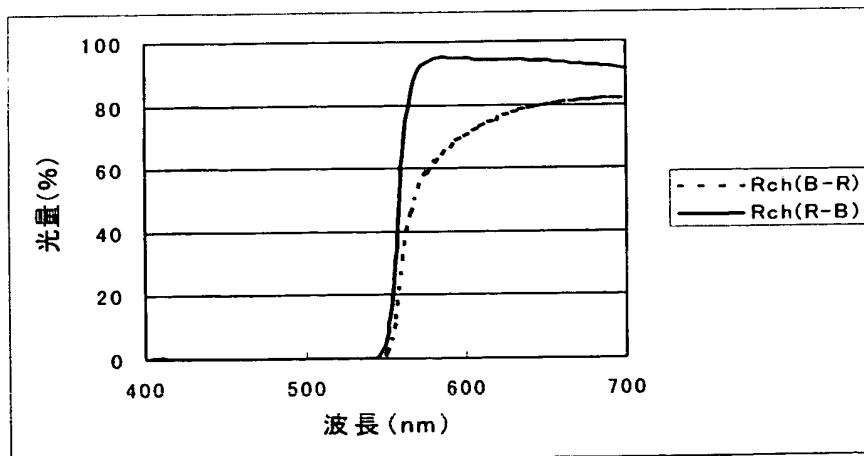
(A)



(B)



(C)

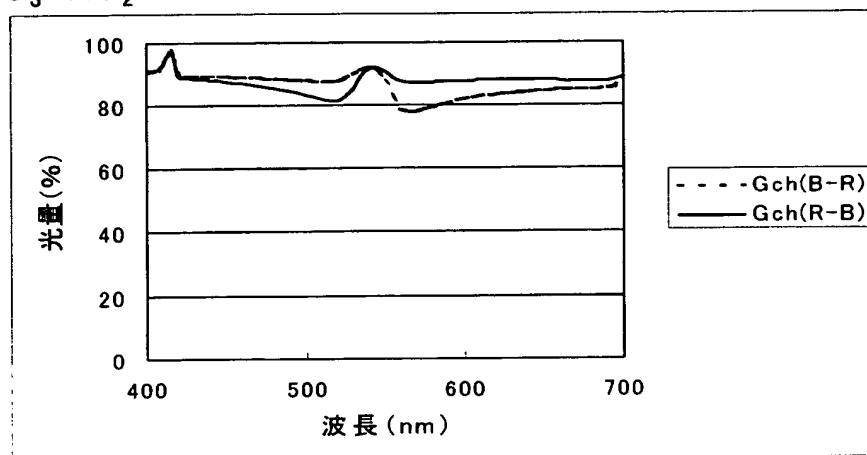


【図 13】

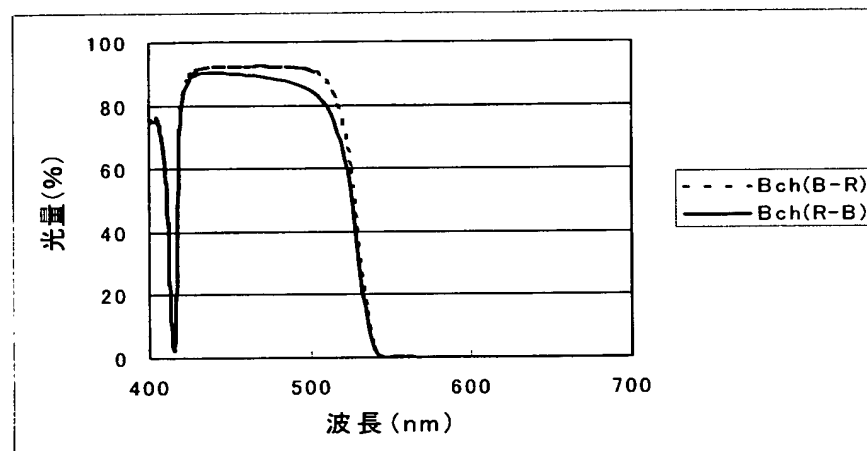
## 比較例 5

 $\text{PrAlO}_3\text{-SiO}_2$ 

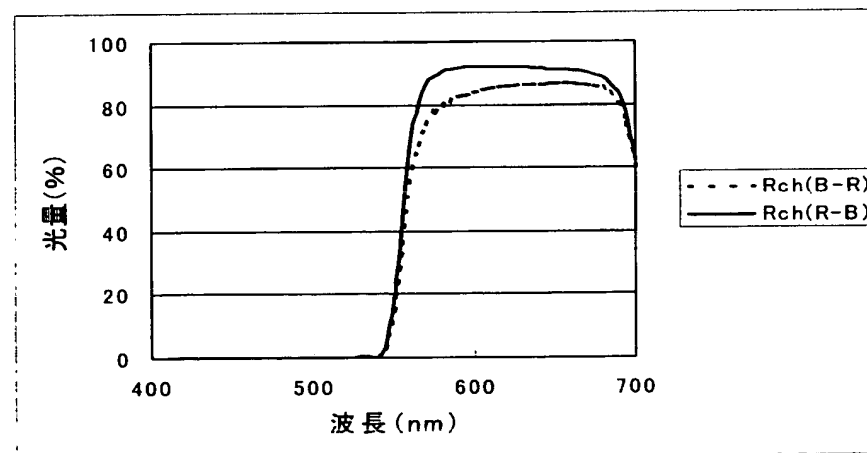
(A)



(B)

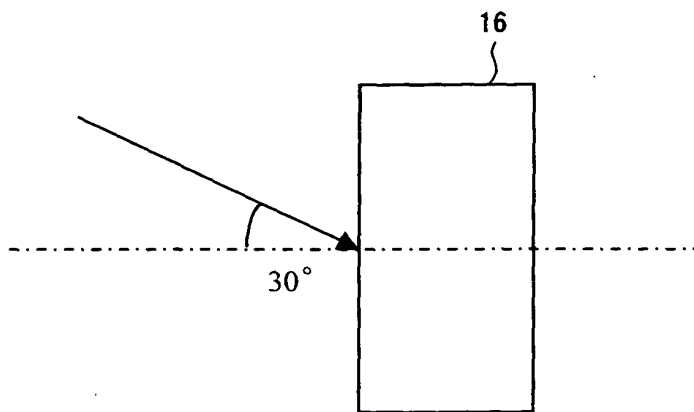


(C)

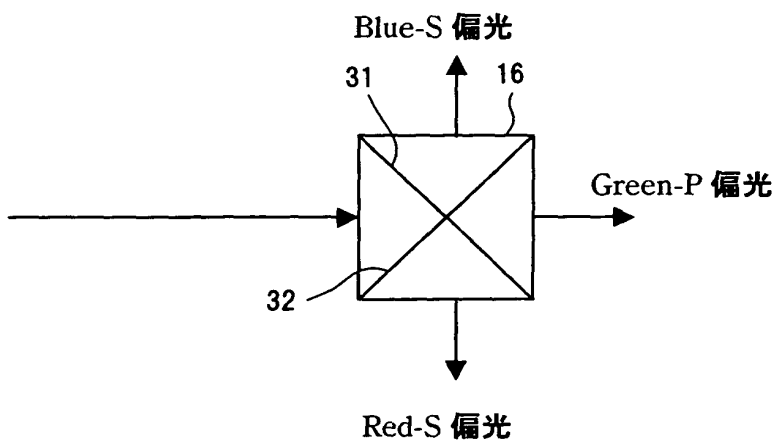


【図 14】

(A)

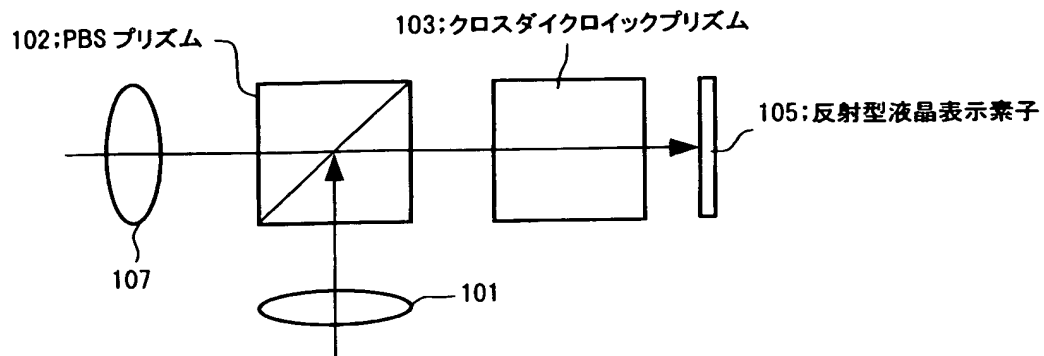


(B)

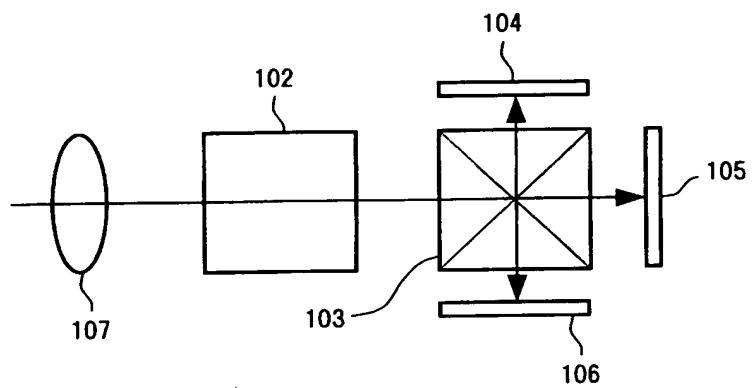


【図 15】

(A)

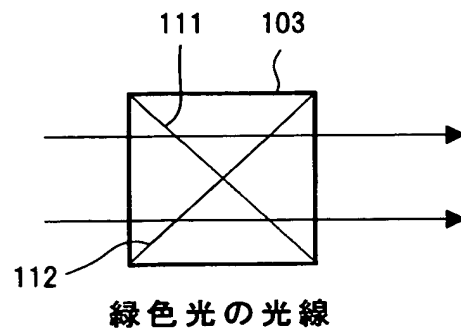


(B)

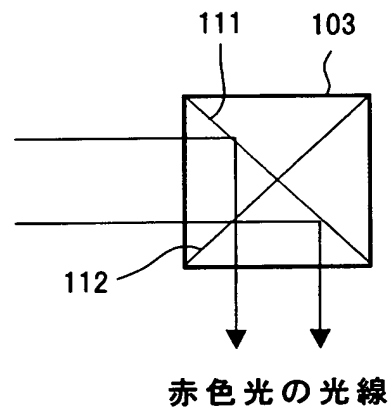


【図 16】

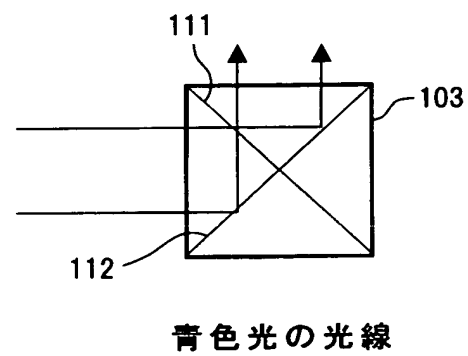
(A)



(B)



(C)



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 プリズム基材の屈折率に基づき、ダイクロイック膜構成材料を所定の屈折率関係によって規定することにより、斜入射タイプの反射型液晶プロジェクタ装置において、赤反射用、青反射用の各ダイクロイック膜への光束入射の順番が異なることにより生じる出射光量の変化を防止する。

【構成】 ガラス基板（BK7）40上のダイクロイック膜31、32を高屈折率材料層44bと低屈折率材料層44aの交互層により構成し、最下層および最上層をいずれも低屈折率材料層44aとする。青色成分反射用は23層乃至29層の奇数層で構成し、赤色成分反射用は19層乃至25層の奇数層で構成する。また、基板の屈折率を $N_g$ 、高屈折率材料の屈折率を $N_h$ 、低屈折率材料の屈折率を $N_l$ としたとき、次の条件式を満足する。 $N_g \leq N_l$ の場合には、 $1.105 \leq N_h / N_l \leq 1.450$ （1）を満足し、 $N_g > N_l$ の場合には、 $1.118 \leq N_h / N_l \leq 1.150$ （2）を満足する。

【選択図】 図3

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 3 0 4 3 1
受付番号	5 0 2 0 1 7 2 0 3 7 0
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 1 5 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

【提出日】	平成 14 年 11 月 14 日
-------	-------------------

次頁無



特願 2 0 0 2 - 3 3 0 4 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 4 3 0 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 5 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社